

# **PENGARUH TINGGI TEKANAN *RESERVOIR* TERHADAP DEBIT PADA PEMOMPAAN POMPA HIDRAM**

## **Tugas Akhir**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**PATNA WIBOWO**  
**NIM : D 100 020 096**  
**NIRM : 02 6106 03010 50096**

kepada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2012**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PENGARUH TINGGI TEKANAN *RESERVOIR* TERHADAP DEBIT PADA PEMOMPAAN POMPA HIDRAM**

#### **Tugas Akhir**

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada tanggal   Maret 2012

disusun oleh :

**PATNA WIBOWO**

**NIM : D 100 020 096**

**NIRM : 00 6 106 03010 50111**

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. H. Karim Fatchan, M.T.  
NIK : 682

Gurawan Djati W, S.T.  
NIK : 782

Anggota

Jaji Abdurrosyid, S.T, M.T  
NIK : 691

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil  
Surakarta,   Maret 2012

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Agus Riyanto, M.T  
NIK : 483

Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T  
NIK : 728

## Motto

- Sesungguhnya Allah tidak akan pernah merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah nasibnya.

(Surat Ar Ra'ad ayat 11).

- Barang siapa yang hendak memperoleh kebahagiaan (di dunia) maka harus dengan ilmu, dan barang siapa ingin memperoleh (kebahagiaan) di akhirat juga harus dengan ilmu, serta barang siapa yang ingin (kebahagiaan) dunia dan akhirat juga harus dengan.

(Hadist)mu

- Hiduplah dengan kekuatan terbesarmu.

( Mario Teguh)



## PERSEMBAHAN

Setiap daya dan upaya serta kata dari karya sederhana ini, kupersembahkan kepada:

- ❖ Ayah dan ibu yang telah memberikan limpahan kasih sayang.
- ❖ Ketiga kaka ku yang tersayang, dan keponakan-keponakan yang selalu kurindukan.
- ❖ Seseorang yang selalu mendukungku dan menungguku, terimakasih atas segalanya.

Semua orang yang menyayangiku

## **PRAKATA**

Assaalamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bersama ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sekaligus selaku Pembimbing Akademik.
- 2). Bapak Ir.H Suhendro Trinugroho, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan.
- 3). Bapak Ir. H. Karim Fatchan, M.T., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan.
- 4). Bapak Gurawan Djati W, S.T., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5). Bapak Jaji Abdurrosyid, ST.MT selaku dosen penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 6). Ayahanda, Ibunda, dan keluarga besarku tercinta yang selalu memberikan dorongan baik material maupun spiritual. Terimakasih atas do'a dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini, semoga Allah S.W.T. membalas kebaikan kalian dan selalu menjaga dalam setiap langkah dan desah nafas.
- 7). Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, Maret 2012

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DARTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
ABSTRAKSI .....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian .....	2
E. Batasan Masalah .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
BAB III. LANDASAN TEORI.....	6
A. Sistem kerja pompa hidram.....	6
B. Dasar Teori.....	7
1. Definisi dan jenis aliran .....	7
2. Teori pada aliran pipa .....	8
3. Persamaan momentum ( <i>Water hammer</i> ).....	10
4. Efisiensi pompa hidram .....	13
5. Model dan analisis dimensi ( <i>Metode Rayleigh</i> ).....	15

<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
A. Lokasi Penelitian.....	16
B. Bahan dan Peralatan .....	16
C. Perencanaan Model.....	17
D. Pengamatan Model.....	19
E. Metode analisa data.....	19
1. analisa data osilasi katup limbah .....	19
2. analisis data kenaikan muka air .....	19
3. analisis data debit pompa hidram .....	20
4. analisa data efisiensi pompa hidram .....	20
5. analisa data untuk penurunan rumus empiris .....	20
F. Bagan Alir Penelitian.....	21
 <b>BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	 <b>22</b>
A. Gambaran Umum dan Proses Percobaan Pompa Hidram.....	22
B. Hasil Percobaan dan Pembahasan.....	22
1. Visual gaya angkat pompa hidram.....	22
2. Analisa <i>water hammer</i> .....	26
3. Osilasi beban .....	28
4. Hubungan antara waktu dengan kenaikan air dan variasiasi beban .....	29
5. Hubungan <i>head</i> dengan debit pompa hidram .....	30
6. Hubungan <i>head</i> dengan efisiensi pompa hidram .....	32
7. Penurunan persamaan empiris debit pompa hidram .....	37
 <b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>43</b>
A. Kesimpulan .....	43
B. Saran .....	43



## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

hal

Tabel V.1	Hasil pengamatan osilasi katup dengan beban katup dalam Variasi ketinggian muka air .....	28
Tabel V.2	Hasil pengamatan <i>head</i> di pipa penghantar dan debit pompa hidram .....	30-31
Tabel V.3	Efisiensi pompa hidram ( <i>efisiensi debit</i> ).....	33-34
Tabel V.4	Efisiensi pompa hidram ( <i>efisiensi D'Aubuisson</i> ).....	35
Tabel V.5	Konstanta untuk tinggi muka air 1,90 m.....	38
Tabel V.6	Konstanta untuk tinggi muka air 1,675 m.....	39
Tabel V.7	Konstanta untuk tinggi muka air 1,45 m.....	40
Tabel V.8	Konstanta untuk tinggi muka air 1,225 m.....	41
Tabel V.9	Debit hitungan.....	42

## DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar III.1	Persamaan <i>Bernoulli</i> zat cair ..... 9
Gambar III.2	Sistem pipa..... 9
Gambar III.3.	Penurunan persamaan momentum ..... 11
Gambar III.4.	Instalasi pompa hidram ..... 13
Gambar IV.1.	Pompa hidram. .... 16
Gambar IV.2.	Instalasi pompa hidram ..... 18
Gambar IV.2.	Bagan alir penelitian ..... 21
Gambar V.1.	Visual gaya angkat air pada pompa hidram. .... 22
Gambar V.2.	Grafik hubungan antara beban katup dan osilasi katup ..... 28
Gambar V.3.	Grafik hubungan antara kenaikan air di pipa penghantar dengan waktu dengan 4 variasi tinggi muka air..... 29
Gambar V.4.	Grafik hubungan antara <i>head</i> pemompaan dengan debit.. ..... 31
Gambar V.5.	Instalasi pompa hidram ..... 32
Gambar V.6..	Grafik efisiensi debit..... 34
Gambar V.7.	Grafik efisiensi pompa hidram ( <i>D'Aubuisson</i> ) ..... 36
Gambar V.8.	Grafik konstantat (tinggi tekan 1,90 m) ..... 38
Gambar V.9.	Grafik konstantat (tinggi tekan 1,675 m) ..... 39
Gambar V.10.	Grafik konstantat (tinggi tekan 1,450 m) ..... 40
Gambar V.11.	Grafik konstantat (tinggi tekan 1,225 m) ..... 41

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN I	Desain pompa Hidram
LAMPIRAN II	Alat-alat yang digunakan
LAMPIRAN III	Foto pelaksanaan penelitian
LAMPIRAN IV	Tabel hasil pengamatan dilapangan

### Daftar Notasi

$A_1$	= Luas tampang pipa (hulu)	(cm <sup>2</sup> )
$A_2$	= Luas tampang pipa (hilir)	(cm <sup>2</sup> )
$D$	= Luas tampang pipa	(cm <sup>2</sup> )
$f$	= koefisien gesekan	
$g$	= Percepatan gravitasi	(cm/dt <sup>2</sup> )
$h$	= Tinggi tekan statik diatas tabung udara	(cm)
$H$	= Tinggi tekan statik pada tabung udara	(cm)
$k$	= Konstanta	
$L$	= Panjang pipa	(m)
$Q$	= Debit spill	(cm <sup>3</sup> /dt
)		
$q$	= Debit outlet pompa	(cm <sup>3</sup> /dt
)		
$Re$	= Bilangan <i>Reynold</i>	
$T$	= Waktu	(dt)
$V$	= Kecepatan rata-rata aliran	(m/dt)
$\nu$	= Kekentalan kinematik	(m <sup>2</sup> /dt)
	= Rapat massa zat cair	(kg/m <sup>3</sup> )
$hf$	= Kehilangan energi	
	= Berat jenis air	(N/m <sup>3</sup> )
$\eta_q$	= Efisiensi debit	
$\eta_D$	= Efisiensi <i>D'Aubuisson</i>	
$\eta_R$	= Efisiensi <i>Rankine</i>	

## **PENGARUH TINGGI TEKAN *RESERVOIR* TERHADAP DEBIT PADA PEMOMPAAN POMPA HIDRAM**

### **ABSTRAKSI**

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Salah satu upaya untuk mendapatkan pasokan air secara kontinyu adalah dengan metode pemompaan. Dari beberapa jenis pompa pada saat ini, pompa hidram (*hydraulic ram pump*) merupakan salah satu solusi yang tepat. Karena pompa hidram tidak menggunakan energi bahan bakar minyak, melainkan menggunakan energi hantaman air (*water hammer*). Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisa pengaruh tinggi tekan *reservoir* terhadap efisiensi pompa hidram.

Metode penelitian melalui perancangan instalasi pompa hidram dan pengamatan pangaruh pemberat katup limbah dengan 3 variasi pemberat (0,46 kg; 0,69 kg dan 0,92 kg), dan tinggi muka air di *reservoir* (1,90 m; 1,675 m; 1,475 m dan 1,225m). Pengujian dilakukan di kampus Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dari hasil percobaan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini : rumus empiris pompa hidram didapatkan dengan menurunkan rumus  $Q = k.(2g)^{0.5}d^2.h^{0.5}$  dengan nilai k bersifat non linier dengan persamaan power, dengan menurunkan persamaan k merupakan fungsi *exponensial* h/H, Semakin tinggi tekanan *reservoir* maka debit pompa hidram (*q*) yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini juga berbanding terbalik dengan *head* pipa penghantar, dimana semakin tinggi *head* pada pipa penghantar (*H+h*) maka semakin kecil debit pompa hidram(*q*) yang dihasilkan. Dari hasil penelitian juga dapat disimpulkan bahwa semakin berat katup limbah maka efisiensi pompa akan semakin kecil. Nilai efisiensi pompa maksimum adalah efisiensi dengan menggunakan pemberat 0,46 kg dengan tinggi tekan *reservoir* 1,90 cm dan *head* pipa penghantar (*H+h*) 200 cm, dengan efisiensi debit sebesar 38,92% dan efisiensi *D'Aubuisson* sebesar 51,89%.

Kata kunci : *water hammer*, tinggi tekan *reservoir*, debit